

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06315740  
PUBLICATION DATE : 15-11-94

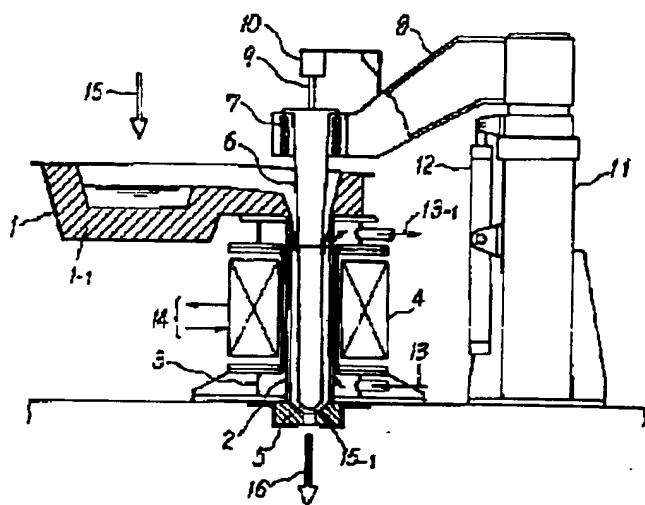
APPLICATION DATE : 11-05-93  
APPLICATION NUMBER : 05109299

APPLICANT : LEOTEC:KK;

INVENTOR : HIRONAKA KAZUSATO;

INT.CL. : B22D 11/00 B03C 1/24 B22D 27/02  
B22D 27/04 C22C 1/02

TITLE : MANUFACTURE OF SEMI-SOLIDIFIED  
METALLIC SLURRY BY MAGNETIC  
STIRRER



ABSTRACT : PURPOSE: To continuously discharge semi-solidified slurry having high solid rate by stirring semi-solidified slurry with a spiral moving magnetic flux in the downward direction generated by an electromagnetic induction coil.

CONSTITUTION: When melted metal 15 is supplied in a tundish 1, stirring and discharging force is applied between the outside wall surface of a core and the inside wall surface of a cooling and stirring tank with turning flow by adequate cooling in the cooling and stirring tank and the spiral moving magnetic flux in the downward direction generated by a moving magnetic flux generating device 4. The melted metal is changed to semi-solidified slurry 15.1 including a first crystal grain generated during solidifying process. The slurry 15.1 is moved downward and discharged to the outside of device through a discharging nozzle 5 as semi-solidified metallic slurry flow 16. The solid phase rate of discharged semi-solidified metallic slurry is controlled by adjusting the clearance between the tip end of core 6 and the discharging nozzle 5. The operating conditions are checked by measuring the torque applied on the core 6 by a torque gage 10 connected to the core 6.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-315740

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)Int.Cl <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 22 D 11/00	R	7362-4E		
B 03 C 1/24	Z			
B 22 D 27/02	V	7011-4E		
27/04	G	7011-4E		
C 22 C 1/02	B			

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

(21)出願番号	特願平5-109299	(71)出願人	390014432 株式会社レオテック 東京都港区西新橋1丁目7番2号
(22)出願日	平成5年(1993)5月11日	(72)発明者	難波 明彦 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 株式会社レオテック内
		(72)発明者	高橋 広芳 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 株式会社レオテック内
		(72)発明者	内村 光雄 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 株式会社レオテック内
		(74)代理人	弁理士 杉村 曜秀 (外5名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造方法

(57)【要約】

【目的】 マグネチックスターラにより半凝固金属スラリを製造するにあたり、より高固相率の半凝固金属スラリを連続して排出する。

【構成】 下方(排出方向)に向くスパイラル状の移動磁界により半凝固金属スラリを攪拌・排出する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 筒状の冷却・攪拌部の上方から注入した金属溶湯を、冷却下に攪拌して半凝固金属スラリ状とし、下方の排出部から連続して排出する半凝固金属スラリの製造方法において、電磁誘導コイルによる下方に向くスパイラル状の移動磁界により半凝固金属スラリを攪拌することを特徴とするマグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造方法。

【請求項2】 下方に向くスパイラル状の移動磁界が、排出部にもおよぶようにして半凝固金属スラリの排出を促進することを特徴とする請求項1に記載のマグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造方法。

【請求項3】 筒状の冷却・攪拌部の上方から注入した金属溶湯を、冷却下に攪拌して半凝固金属スラリ状とし、下方の排出部から連続して排出する半凝固金属スラリの製造方法において、

冷却・攪拌部に電磁誘導コイルによる回転磁界を、排出部に電磁誘導コイルによる下方に向くスパイラル状の移動磁界をそれぞれ印加して攪拌とともに半凝固金属スラリの排出を促進することを特徴とするマグネチックスターラによる半凝固金属の製造方法。

【請求項4】 筒状の冷却・攪拌部の上方から注入した金属溶湯を、冷却下に攪拌して半凝固金属スラリ状とし、下方の排出部から連続して排出する半凝固金属スラリの製造方法において、

永久磁石を配したロータによる下方に向くスパイラル状の移動磁界により半凝固金属スラリの排出を促進することを特徴とするマグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、金属材料の特性向上をねらいとする溶解・凝固・加工工程の新規プロセス開発に関するもので、金属溶湯を冷却・攪拌して高固相率の半凝固金属スラリを連続的に製造する方法を提案するものである。

## 【0002】

【従来の技術】金属溶湯を冷却・攪拌することによって連続して半凝固金属スラリを製造する方法として、マグネチックスターラによる方式としては、たとえば特開平3-170629号公報（電磁攪拌方式による半凝固金属の製造方法および装置）に開示されているような方式が知られている。

【0003】しかしながら、このような方式で、冷却・攪拌によって粒状の初晶粒を含む半凝固金属スラリを連続して製造するとき、固相率（スラリ中に含まれる初晶の重量比率）が上昇するにつれ半凝固金属スラリの粘度も上昇し、排出部でノズル閉塞を生じてスムーズな半凝固金属スラリの排出ができなくなるといった問題があ

る。

【0004】すなわち、従来方式では半凝固金属スラリを下方に押し出す力は金属溶湯ないしは半凝固金属スラリの自重のみであり、通常の装置の高さでは0.30を超える固相率の半凝固金属スラリを下方に押し出し排出させるには不十分であり、実用的に排出可能な半凝固金属の固相率は0.30が上限といわれていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかるに、排出される半凝固金属スラリの固相率は、次工程の加工方式、最終製品の品質などにより種々の要求があり、0.30を超える固相率が要求される場合が多くある。

【0006】したがって、この発明はこれらの要求を満たすため、前記した問題点を有利に解決し、マグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造にあたって、高固相率の半凝固金属スラリを連続して排出できる方法を提案することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】この発明は、金属溶湯を冷却しながらマグネチックスターラにより攪拌して半凝固金属スラリを生成させるとともに、そのスラリに下方へ押し出す力を付与させようとするものである。すなわち、この発明の要旨は以下の通りである。

【0008】① 筒状の冷却・攪拌部の上方から注入した金属溶湯を、冷却下に攪拌して半凝固金属スラリ状とし、下方の排出部から連続して排出する半凝固金属スラリの製造方法において、電磁誘導コイルによる下方に向くスパイラル状の移動磁界により半凝固金属スラリを攪拌することを特徴とするマグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造方法。

【0009】② 下方に向くスパイラル状の移動磁界が、排出部にもおよぶようにして半凝固金属スラリの排出を促進することを特徴とする①項に記載のマグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造方法。

【0010】③ 冷却・攪拌部に電磁誘導コイルによる回転磁界を、排出部に電磁誘導コイルによる下方に向くスパイラル状の移動磁界をそれぞれ印加して攪拌とともに半凝固金属スラリの排出を促進することを特徴とするマグネチックスターラによる半凝固金属の製造方法。

④ 永久磁石を配したロータによる下方に向くスパイラル状の移動磁界により半凝固金属スラリの排出を促進することを特徴とするマグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造方法。

## 【0011】

【作用】この発明をさらに詳細に説明する。この発明の最大の特徴は、マグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造において、従来採用されていた移動磁界が上下方向に対して直角な面方向（以下単に水平方向といいう）の回転磁界のみであったものを、下方に向くスパイラル状の移動磁界を採用するようにしたことにある。

【0012】そして、この下方に向くスパイラル状の移動磁界の採用により、装置内の半凝固金属スラリには、水平方向の回転力に加え下方に向く分力が発生し、半凝固金属スラリに下方に押出す力を付与することができ、従来困難であった固相率0.3超えの高固相率の半凝固金属スラリの排出ができるようになる。

【0013】この、下方に向くスパイラル状の移動磁界は、排出部にまでおよぶように印加することもよく、かくすることにより半凝固金属スラリの排出はより促進される。また、冷却・攪拌部には電磁誘導コイルによる水平方向の回転磁界を用い、半凝固金属スラリの排出部には誘導コイルによる下方に向くスパイラル状の移動磁界を用いてもよく、この場合にも同様の効果を得ることができる。

【0014】一方、下方に向く電磁誘導コイルによるスパイラル状の移動磁界の発生には、たとえば、従来から電磁攪拌に用いられている磁極の各極対がそれぞれ水平に配置された、2極3相の回転磁界発生装置とは構造を異にし、各々の極対において一つの磁極より他の一つの磁極を下方に配して磁力線が斜め下方に向くようにし、さらに各相（電源の相）間においては1相より2相を下方へ、そして2相より3相を下方へと順次下方へずらして配した構造、すなわちリニアモータ型電磁コイルをスパイラル状に配した多極多相の移動磁界発生装置を用いることでよく、この装置に多相交流を給電することにより、移動磁界は下方に向ってスパイラル状に進行し、半凝固金属スラリに水平方向へ回転させる力を付与とともに下方へ押出す力を付与することが可能になり、半凝固金属の排出を促進する。

【0015】また、下方に向くスパイラル状の移動磁界の発生には、多数の永久磁石の内面に向くN極及びS極を、それぞれ並列に、かつ、スパイラル状に交互に配列した中空ロータを用いることもよく、このロータを特に排出部に配し、これを回転させることによっても上記と同様半凝固金属スラリの排出を促進することができる。

【0016】

【実施例】実施例に用いた半凝固金属スラリの製造装置を図1に基づいて説明する。

【0017】図1は、冷却・攪拌部の外周に電磁誘導コイルを用いた下方に向くスパイラル状の移動磁界発生装置を設置した半凝固金属スラリの製造装置の説明図で、冷却・攪拌槽は、冷却円筒2と水冷ジャケット3とからなり、冷却・攪拌部の外周には移動磁界発生装置4が設置されている。そして冷却・攪拌槽の下部から冷却水13を給水し、冷却円筒2の外面を通して上部から排水（13-1）され、適当な冷却効果を与えるようになっている。この冷却・攪拌槽の上端には耐火材1-1を内張りしたタンディッシュ1が接続し、底部には排出ノズル5が設けられている。

【0018】そして冷却・攪拌槽中心には、中子6を配

し、この中子6は支持アーム8に軸受7を介して回転可能に支持し、支持アーム8は支持台11に油圧シリンダ12等の昇降手段を介して昇降可能に取付けられ、中子6の昇降によりその先端と排出ノズル5との隙間間隔を調整することで、排出速度、排出される半凝固金属スラリの固相率の制御を行う。さらに中子6は連結軸9を介してトルク計10に接続されている。

【0019】さて、この装置での半凝固金属スラリの製造は、溶湯15を連続的にタンディッシュ1に供給することによって冷却・攪拌槽へ流入する。この溶湯は冷却・攪拌槽で適当な冷却作用と、移動磁界発生装置によって発生する下方に向くスパイラル状の移動磁界によって、中子外壁面と冷却・攪拌槽内壁面との間で旋回流動による攪拌と下方に押出す排出力が付与され、凝固の進行によって生成した初晶粒を含む半凝固金属スラリ15-1となって下方へ移動し、排出ノズル5を経て半凝固金属スラリ流16として装置外へ排出される。

【0020】なお、この場合上記したように中子6の先端と排出ノズル5との隙間間隔を調整することにより排出される半凝固金属スラリの固相率を制御する。また、中子6に接続したトルク計10により中子6に作用するトルクを測定し操業状況をチェックすることも可能である。

【0021】第1の実施例は、上記図1に示した装置を使用し、適正温度に加熱溶解したAl-10mass%Cu合金溶湯を用いて半凝固金属スラリを製造した。上記において、移動磁界発生装置4は、図1に示したように冷却・攪拌部の外周に設置した。そして移動磁界発生装置4には、2極3相の電磁誘導コイルを用い、50Hz3相の交流14を通電して下方に向くスパイラル状の移動磁界を発生させ、冷却内筒2の内壁面で磁束密度1100ガウスを印加した。

【0022】この結果、固相率0.40の半凝固金属スラリを連続して排出できた。

【0023】なお、上記の2極3相の移動磁界発生装置4には、磁極及び相の配置を図2(a)及び(b)に示すものを用いた。図2の(a)は、磁極及び相の上面からの配置を示す説明図、(b)は、磁極及び相の側面からの配置を示す説明図である。

【0024】この図2において、3相の各磁極は(a)に示すように $N_1$ と $S_1$ 、 $N_2$ と $S_2$ 及び $N_3$ と $S_3$ をそれぞれ極対として配置し、(b)に示すように、各極対においては $N_1$ より $S_1$ 、 $N_2$ より $S_2$ 及び $N_3$ より $S_3$ をそれぞれ下方に配し、かつ、各相においては、 $N_1$ と $S_1$ より $N_2$ と $S_2$ を、 $N_2$ と $S_2$ より $N_3$ と $S_3$ をそれぞれ下方にずらして配置している。

【0025】第2の実施例は、図3に示すように、冷却・攪拌部と排出部の外周に、電磁誘導コイルを用いた下方に向くスパイラル状の移動磁界を発生させる2極3相の移動磁界発生装置4を設置した以外は、上掲図1と同様の半凝固金属スラリ製造装置を用い、上記第1の実施

例と同様の合金、同様の方法で半凝固金属スラリを製造した。

【0026】この結果、固相率0.45の半凝固金属スラリを連続して排出できた。

【0027】第3の実施例は、図4に示すように、冷却・攪拌部と排出部の外周に、下方に向くスパイラル状の移動磁界を発生させる多数の永久磁石を配置した中空ロータの移動磁界発生装置4を設置し、この中空ロータを回転させる（回転機構図省略）ことによって下方に向くスパイラル状の移動磁界を発生させた以外は、上掲図1と同様の半凝固金属スラリ製造装置を用いて上記第1の実施例と同様の合金、同様の方法で半凝固金属スラリを製造した。

【0028】この結果、固相率0.45の半凝固金属スラリを連続して排出できた。

【0029】なお、上記の多数の永久磁石を配した中空ロータの移動磁界発生装置4には、永久磁石の配置を図5(a)および(b)に示すものを用いた。図5の(a)は、中空ロータの上面からの永久磁石の配置を示す説明図、(b)は、中空ロータの永久磁石の配置を斜め上方から見た説明図である。

【0030】この図5において、永久磁石の中空ロータの内面向くN極及びS極は、(a)に示すようにそれぞれ交互に配置し、これらのN極及びS極は(b)に示すように並列にかつスパイラル状に8列配置されている。また、これらの永久磁石には、サマリウム・コバルト系の磁石で、残留磁束密度11000ガウスの寸法24mm×24mm×30mm(厚み)のもの合計480個を用いた。

【0031】第4の実施例は、電磁誘導コイルを用いた排出部外周に下方に向くスパイラル状の移動磁界を発生する2相3極の移動磁界発生装置を、その上方に電磁誘導コイルを用いた水平方向の回転磁界を発生する従来の2極3相の移動磁界発生装置をそれぞれ配置した以外は、上掲図1と同様の半凝固金属スラリ製造装置を用いて、第1の実施例と同様の合金、同様の方法で半凝固金属スラリの製造を行った。

【0032】この結果、固相率0.45の半凝固金属スラリが連続して排出できた。

【0033】以上の実施例は全てAl系合金についてのものであるが、従来から電磁攪拌方式が適用されているCu系合金、Fe系合金についても当然同様の効果を有する。

【0034】

【発明の効果】この発明は、マグネチックスターラによる半凝固金属スラリの製造方法において、半凝固金属スラリの攪拌および排出に、下方に向くスパイラル状の移動磁界を採用するようにしたものであり、この発明によ

れば、従来の電磁攪拌方式では得られなかった固相率0.45という高固相率の半凝固金属スラリが連続して排出できるようになり、次工程の加工プロセスなどで要求される固相率を満足する半凝固スラリを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例に用いた、冷却・攪拌部の外周に、電磁誘導コイルを用いた下方に向くスパイラル状の移動磁界を発生させる2極3相の移動磁界発生装置を設置した半凝固金属スラリの製造装置の説明図である。

【図2】(a)は、2極3相の移動磁界発生装置の磁極及び相の上面からの配置を示す説明図である。(b)は、2極3相の移動磁界発生装置の磁極及び相の側面からの配置を示す説明図である。

【図3】実施例に用いた、冷却・攪拌部と排出部の外周に、電磁誘導コイルを用いた下方に向くスパイラル状の移動磁界を発生させる2極3相の移動磁界発生装置を設置した半凝固金属スラリの製造装置の説明図である。

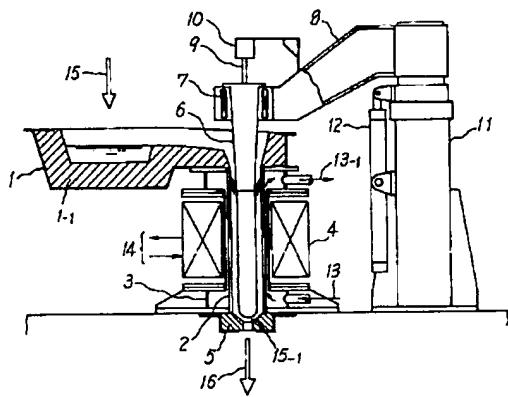
【図4】実施例に用いた、冷却・攪拌部と排出部の外周に、下方に向くスパイラル状の移動磁界を発生させる多数の永久磁石を配した中空ロータの移動磁界発生装置を設置した半凝固金属スラリの製造装置の説明図である。

【図5】(a)は、中空ロータの上面からの永久磁石の配置を示す説明図である。(b)は、中空ロータの永久磁石の配置を斜め上方から見た説明図である。

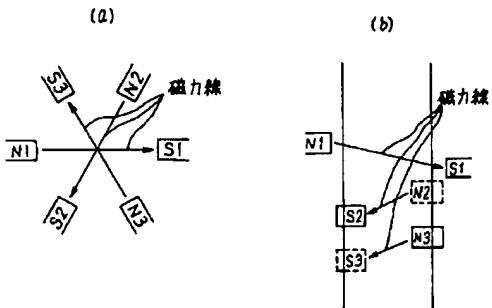
#### 【符号の説明】

1	タンディッシュ
1-	内張耐火材
2	冷却円筒
3	水冷ジャケット
4	移動磁界発生装置
5	排出ノズル
6	中子
7	軸受
8	支持アーム
9	連結軸
10	トルク計
11	支持台
12	油圧シリンダ
13	冷却水
13-	冷却水(排水)
14	3相交流
15	溶湯
15-	半凝固金属スラリ
16	半凝固金属スラリ流

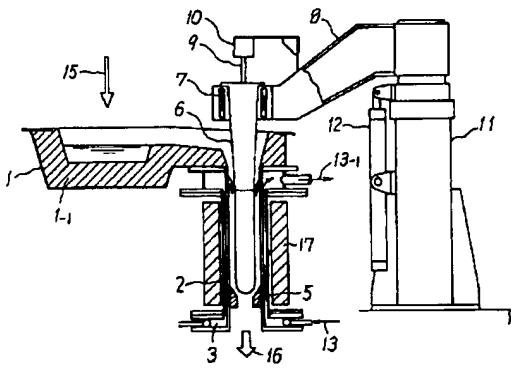
【図1】



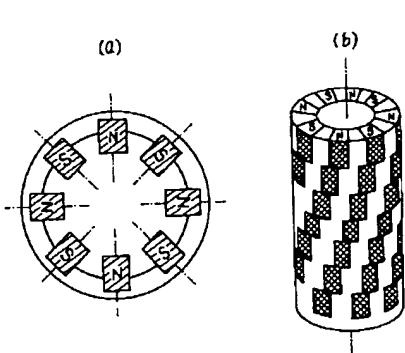
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 新出 司  
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 株式会  
社レオテック内

(72)発明者 廣中 一聰  
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 株式会  
社レオテック内